

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936

THÈSE

N°

869

POUR LE

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(MENTION MÉDECINE)

PRÉSENTÉE PAR

Harry WEINTRAUB

Né le 9 Mai 1910, à NEW-YORK (U. S. A.)

ALIMENTATION
DE LA VILLE DE NEW-YORK
EN EAU POTABLE

Président : M. TANON, Professeur

PARIS
VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS
23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1936

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936

THÈSE

N° _____

POUR LE
DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(MENTION MÉDECINE)

PRÉSENTÉE PAR

Harry WEINTRAUB

Né le 9 Mai 1910, à NEW-YORK (U. S. A.)

ALIMENTATION
DE LA VILLE DE NEW-YORK
EN EAU POTABLE

Président : M. TANON, Professeur

PARIS
VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS
23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1936

I. — Professeurs

	MM.
Anatomie	ROUVIERE
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	Robert DEBRE
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie médicale et générale	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TUFFNEAU
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL.
Pathologie expérimentale et comparée	LAVASTINE
Hydrologie thérapeutique et climatologie	FIESSINGER
	Maur. VILLARET
Clinique médicale	LOEPER.
	CAKNOT.
	CLERC.
Hygiène et clinique de la première enfance	Marcel LABBE.
Clinique des maladies des enfants	LEREBoullet
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	H. CLAUDE.
Clinique des maladies du système nerveux	GOUGEROT.
Clinique des maladies infectieuses	GUILLAIN.
	LEMIERRE.
Clinique chirurgicale	CUNEO.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique	GREGOIRE.
Clinique urologique	LENORMANT.
	TERRIEN.
Clinique d'accouchements	MARION.
	BRINDEAU.
Clinique gynécologique	COUVELAIRE
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	JEANNIN.
Clinique thérapeutique médicale	MOCQUOT.
Clinique oto-rhino-laryngologique	OMBREDANNE
Clinique thérapeutique chirurgicale	RATHERY.
Clinique propédeutique	LEMAITRE.
Clinique de la Tuberculose	Pierre DUVAL
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	SERGEANT.
Cardiologie clinique	BEZANÇON.
	MATHIEU.
	LAUBRY.
Professeurs sans chaire	HOVELACQUE
	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.

II. — Agrégés en exercice

MM.	MM.
AMELINE.....	Pathologie chirurgicale.
BARIETY	Pathologie médicale.
BENARD Henri	Pathologie médicale.
BERNARD Et...	Pathologie médicale.
BESANÇON (J.)	Hydrologie.
BOULIN	Pathologie médicale.
BULLIARD	Histologie.
CATHALA	Pathologie médicale.
CHEVALLIER	Pathologie médicale.
COSTE	Pathologie médicale.
DOGNON	Physique.
FEY	Urologie.
FUNCK.	
BRENTANO	Pathologie chirurgicale.
GAILLIARD	Parasitologie.
GASTINEL	Bactériologie.
DE GAUDART	
D'ALLAINES.	Pathologie chirurgicale.
DE GENNES...	Pathologie médicale.
GAYET	Physiologie.
GIROUD	Histologie.
HAGUENAU ...	Pathologie médicale.
HALPHEN	Oto-rhino-laryngologie.
HAZARD	Pharmacologie.
HUGUENIN	Anatomie pathologique
JOANNON	Hygiène.
LABBE Henri..	Chimie biologique
LACOMME	Obstétrique.
LANTUEJOUL..	Obstétrique.
LAROCHE Guy.	Pathologie médicale
LELONG	Pathologie médicale.



MM.
LEMAIRE Pathologie expérimentale.
LEVEUF Pathologie chirurgicale.
LEVY (M^r J) .. Pharmacologie.
LEVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
MENEGAUX .. Pathologie chirurgicale.
MOLLARET ... Pathologie médicale.
MOREAU Pathologie médicale.
MOULONGUET. Pathologie chirurgicale.
MOUQUIN Pathologie médicale.
OBERLING Anatomie pathologique.
PETIT-
DUTAILLIS. Pathologie chirurgicale.

MM.
PIEDELIEVRE. Médecine légale
PORTES Ophtalmologie.
RENARD (L.). Physiologie.
RICHEL Obstétrique.
SANNIE Chimie biologique.
SENEQUE Pathologie chirurgicale
TROISIERS Pathologie expérimentale
TURPIN Pathologie médicale.
VIGNES Obstétrique.
WILMOTH Pathologie chirurgicale

III. -- Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens

MM.
ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
BUSQUET Pharmacologie.
CHAILLEY-
BERT Physiologie.

MM.
LEROUX Anatomie pathologique
NEVEU-
LEMAIRE Parasitologie
PHILIBERT ... Bactériologie.

IV. -- Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent

MM.
ALAJOUANINE. }
AUBERTIN }
BRULE }
CHABROL }
CHIRAY }
DONZELOT } Clinique médicale
DUVOIR }
LIAN }
VALLERY-RADOT }
(Pasteur). }
MEZARY }

MM.
BASSET }
BROCC }
CADENAT }
GATELLIER } Clinique chirurgicale
HEITZ-BOYER . }
MOURE }
QUENU }
SCHWARTZ }
VELTER }
ECALLE }
GUENIOT } Clinique obstétricale
LE LORIER }
LEVY-SOLAL . }
METZGER }

V. -- Chargés de cours

MM.
CHAILLEY-BERT, agrégé. Education physique
LEDOUX-LEBARD Radiologie clinique.
PHILIBERT, agrégé......Stomatologie.
RUPPE Microbiologie.
WEIL-HALLE Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MON FRERE

Qui a facilité l'exécution de ce travail.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR L. TANON

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine
Conseiller technique sanitaire du Ministère
de la Santé Publique
Inspecteur Général des Services techniques d'Hygiène
de la Préfecture de Police
Officier de la Légion d'Honneur

Qui a bien voulu me faire l'honneur
de présider cette thèse.

ALIMENTATION DE LA VILLE DE NEW-YORK EN EAU POTABLE

INTRODUCTION

L'eau de boisson contaminée par les déchets humains — matières fécales, urine et expectoration — constitue le plus grand danger pour la santé de l'homme. On appelle pollution une eau inacceptable tant par l'odeur que par le goût. La contamination résulte de l'introduction dans l'eau, d'une part de déchets humains ou animaux, susceptibles de transmettre des maladies, d'autre part, de substances chimiques pouvant avoir une action nocive. Il est rare de constater une infection directe par l'eau dans des cas isolés ; la contamination de l'eau se révèle en général lorsqu'il y a épidémie. On peut toutefois déceler cet état par l'analyse chimique et bactériologique de l'eau qui permet de découvrir les résidus humains et animaux.

La ville de New-York s'efforce avant tout de maintenir la pureté des sources qu'elle utilise en les protégeant par une sévère réglementation sanitaire. Pour cette raison, l'exposé qui suit fait une large place aux origines des sources et à leur acheminement vers la ville.

HISTORIQUE

L'actuelle ville de New-York est le résultat de l'agglomération de nombreuses communes — Manhattan, Bronx, Brooklyn, Queens, Richmond — qui entouraient le port de New-York et qui en constituent maintenant les différents arrondissements (Boroughs). L'ancienne ville de New-York consistait en l'Île de Manhattan et la partie nord de l'Harlem River, appelée maintenant le Bronx.

Lors de la réunion de ces différentes communes, New-York était alimenté en eau exclusivement par les rivières — Croton, Bronx, Byram — du comté de Westchester ; Brooklyn recevait son approvisionnement par le système de Ridgewood qui comprenait des petits cours d'eau, des infiltrations souterraines et des puits s'étendant de la côte sud de Long Island à la limite du Comté de Suffolk, également des puits situés à l'intérieur de la commune. Les différents comtés de Queens et Richmond recevaient leur approvisionnement des puits locaux.

Les principaux réservoirs d'eau, qui comprenaient le Croton, Bronx, Byram et système de Ridgewood, une partie de plus petits distributeurs alimentant Long Island City, le village de Flushing, College Point, Whitestone et Tottenville étaient la propriété des mu-

nicipalités. En plus de celles-ci existaient environ seize concessions privées qui fournissaient en eau différentes communes et des propriétés privées, particulièrement dans Brooklyn et Queens. Lors de la réunion des communes, toutes les entreprises ont été officiellement placées sous la juridiction du « Department of Water Supply », lequel eut également le contrôle des entreprises privées qui continuèrent d'être exploitées par leurs propriétaires. Un certain nombre d'entre elles ont été depuis reprises par la ville. A l'heure actuelle cinq Compagnies privées de distribution d'eau fonctionnent dans la ville — une dans Brooklyn, quatre dans Queens.

Peu après la réunion des communes, la nécessité d'un plus vaste approvisionnement d'eau s'est imposée, mais ce n'est qu'en 1902 que des mesures définitives ont été prises en vue de la réalisation de ce plan. A ce moment une Commission d'ingénieurs appointés par le « Department de Water Supply » fut chargée d'établir un projet répondant aux besoins nouveaux. Cette Commission a soumis son rapport en novembre 1903 en préconisant le développement du versant d'Esopus dans les montagnes Catskill. En 1905, le Bureau de Water Supply était créé officiellement pour procéder à l'élaboration de ces travaux. En 1917, la première partie du plan Catskill était réalisée, la seconde comprenant la construction du réservoir Schoharie et du tunnel Shandoken fut achevée en janvier 1928.

Quoique les ressources actuelles d'eau potable cor-

respondent aux besoins de la ville, la progression constante de la consommation créée par l'accroissement normal de la population et par ses besoins nouveaux, nécessite l'augmentation des ressources en eau pour prévenir un déficit dans l'avenir.

Dans cet esprit, le « Board of Water Supply » a élaboré un plan qui préconise l'utilisation de Rondout Creek et des affluents du fleuve Delaware comme étant la meilleure ressource du moment. Ce projet n'a pas pu encore être réalisé par suite du manque de fonds.

DESCRIPTION DES PRINCIPALES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT ACTUELLEMENT EN USAGE

1° SCHOHARIE.

La source de Schoharie, un versant d'eau de 314 milles carrés, est récoltée dans le réservoir du même nom, d'une capacité de 19,583,000,000 gallons (1 gallon égale 4,5 litres). De ce réservoir, l'eau est dirigée au travers du Shandaken tunnel à l'Esopus Creek dans le versant d'Esopus.

2° ESOPUS.

La source de l'Esopus, qui provient des Catskills, et dont le versant est de 257 milles carrés, est réunie avec la source de Schoharie dans le réservoir d'Ashokan, d'une capacité de 130,528,000,000 gallons. De là, l'eau est dirigée par un aqueduc de 81 milles au réservoir de Kensico dans le Bronx.

3° BRONX ET BYRAM.

Les eaux de cette provenance, dont le versant est de 22 milles carrés, sont récoltées dans le réservoir de Kensico et par le Catshill aqueduc transportées

au Hill View Reservoir, qui contient 900,000,000 gallons d'eau et sert de régulateur de débit.

Toutes les sources énumérées donnent l'eau à la ville par gravité. C'est-à-dire que l'eau arrive dans les réservoirs municipaux et dans les conduits, sous une telle pression qu'il est inutile d'utiliser la pompe avant que l'eau ne soit délivrée au consommateur. Le rendement journalier du système de Catskill, qui est en totalité utilisé, est de 510,000,000 de gallons.

Ce système est le moins onéreux pour la municipalité.

4° CROTON SOURCE.

L'eau fournie par la rivière du même nom dans les comtés de Westchester et Putnam, d'un versant d'eau de 375 milles carrés, est réunie dans douze réservoirs et six lacs surveillés, d'une capacité de 103,100,000,000 gallons. Le rendement journalier de cette source est de 300,000,000 gallons. Cette eau est distribuée aux arrondissements de Manhattan et de Bronx par gravité au moyen de deux aqueducs : le vieux Croton Aqueduc et le nouveau Croton Aqueduc. Toute l'eau fournie à la ville, à l'exception d'environ 130 millions de gallons, doit être pompée pour atteindre l'élévation du sol. Elle est utilisée dans les sections de Washington Heights, Manhattan et dans les sections intermédiaires de Manhattan et de Bronx pour compléter l'approvisionnement de Catskill.

L'entreprise de Croton Lake, achevée en 1932, permet le pompage de l'eau de Croton Lake à l'aqueduc de Catskill. La puissance d'amorçage est de 180 mil-

lions de gallons par jour, et sert principalement à donner plus de flexibilité à l'approvisionnement de la ville en eau. L'eau de Croton qui est pompée dans l'aqueduc de Catskill se mélange à l'eau de Catskill et est déversée dans le réservoir de Kensico. Par conséquent, l'eau fournie à la ville est un mélange des eaux de Schoharie Creek, Esopus, Bronx et Byram, et Croton River.

5° LES SOURCES DE BROOKLYN ET RIDGEWOOD.

Celles-ci proviennent de petits cours d'eau superficiels, d'infiltrations souterraines, et de puits creusés sur la côte sud de Long Island. Le rendement de ces sources atteint aujourd'hui 115 millions de gallons en totalité pompés. Cette eau est utilisée dans la zone basse de Brooklyn en complément de l'eau de Catskill.

6° QUEENS BOROUGH SOURCE.

Elle est obtenue de puits creusés sur la côte nord de Long Island dans les limites de l'arrondissement de Queens. D'un rendement journalier de 24 millions de gallons, également pompés, cette source est utilisée pour maintenir la pression nécessaire et pour compléter l'eau de Catskill.

7° RICHMOND BOROUGH SOURCE.

Cette source est obtenue des puits creusés dans l'arrondissement de Richmond. Elle fournit 10 millions de gallons par jour et complète l'eau de Catskill.

8° SOCIÉTÉS PRIVÉES DE DISTRIBUTION D'EAU.

En plus de l'approvisionnement par la municipalité, 58 millions de gallons sont fournis chaque jour par des Compagnies privées de distribution, fonctionnant dans les arrondissements de Brooklyn et Queens.

Toutes ces Sociétés privées tirent leur eau de puits creusés — elles sont sous le contrôle de la Commission d'Eau (sauf pour les tarifs).

Pour la clarté de l'exposé, nous fournissons ci-dessous le tableau des différentes sources et de leur production:

Sources en utilisation

SOURCE	<i>Territoire</i> (Milles carrés)	<i>Débit</i> (M.G.J.)
Schoharie Versant	314	500 +
Esopus Versant	257	—
Bronx et Byram Versants	22	10
Croton Versant	375	300
Ridgewood et Brooklyn..	indéterminé	115
Queens	»	24
Richmond	»	10
Total =		959 M.G.J.

+ — A être augmenté de 120 M.G.J. par l'opération de Croton Lake Pumping Plant.

M.G.J. = millions de gallons journaliers.

DÉVELOPPEMENTS ENVISAGÉS

East Branch Versant.....	370	370
Neversink Versant	70	70
Roundout Versant	100	100
Puits supplémentaire dans		
Brooklyn	indéterminé	
Queens et Richmond.....	—	16
Total =		586

LA QUALITE DE L'EAU

La Ville poursuit d'incessants efforts pour garder à l'eau sa pureté. Une équipe d'inspecteurs du Service sanitaire exerce une surveillance constante des versants d'eau pour que soient observées les réglementations.

Des échantillons sont pris chaque jour dans les différents points de provenance de l'eau, aux fins d'analyse dans des laboratoires du Département. L'eau n'est distribuée qu'après avoir été traitée au chlore pour la destruction des bactéries. (Le mécanisme de la toxicité du chlore à l'égard des microbes n'est pas encore bien expliqué. Il y a diverses théories — celles de l'oxygène à l'état naissant et celle de l'émission de radiations abiotiques n'ont pu être confirmées et tout se passe comme si l'oxydation jouait le rôle, sinon unique, du moins principal.) Johnson fit adapter en 1908 l'hypochlorite de chaux à la dose de 1,2-2 milligrammes de chlore actif par litre et avec un contact de plusieurs heures.

De plus, l'eau de Catskill est aérée pour permettre la sortie des gaz et, dans certains cas, des odeurs provenant d'organismes microscopiques qui se développent dans les réservoirs et donnent un goût et une odeur désagréables à l'eau, tout en n'ayant aucune

action nocive. Ces organismes sont détruits par le traitement au sulfate de cuivre et par un dosage de chlore.

Le cuivre jouit des propriétés bactéricides analogues à l'argent. C'est Kramer, de Philadelphie, qui, dès 1906, montra qu'une feuille de cuivre de 9 cm², par litre d'eau, tue, en moins de quatre heures, des cultures jeunes de bacilles typhiques, colibacille et vibrion cholérique. C'est aussi une dissolution de cuivre, d'ailleurs non nocive pour l'homme, qui est utilisée. L'emploi de cuivre dans un cas d'urgence est efficace pour la stérilisation de l'eau contaminée, surtout par le bacille de la fièvre typhoïde.

Un point important sur lequel nous insistons : *aucune des sources alimentant la ville de New-York n'est jamais filtrée* ⁽¹⁾. Néanmoins, l'eau de boisson

(1) Cependant dans certaines régions d'Amérique, le procédé de filtrage mécanique est employé, basé sur les principes de nitrification, oxydation et une fonction vitale (la formation d'une masse bactérielle qui est retenue par le sable).

Ce procédé consiste à :

1° Ajouter un coagulant à l'eau (sulfate d'aluminium ou sulfate de fer) ;

2° Faire passer l'eau au travers d'une couche de sable dans des petits réservoirs de bois, de béton ou de fer, après un premier filtrage, il est nécessaire de purifier le sable en agitant et en refoulant l'eau en sens inverse.

Ce procédé est surtout un filtrage mécanique, imitant le procédé naturel. L'indice chimique de pollution n'est pas modifié. Il convient spécialement à l'eau turbide contenant de l'argile et des eaux teintées, dont il enlève presque toute la matière colorante. Quand il est appliqué correctement, il enlève 95 à 99 % de bactéries.

de New-York est excellente pour tous usages. Les analyses, faites sur les échantillons des Services Croton, Catskill, Long Island, prélevés durant l'année 1935, témoignent de sa valeur et de sa pureté au point de vue sanitaire.

EXAMENS DE L'EAU

Examen physique	Long		
	Croton	Catskill	Island
	Source	Source	Source
	(9° Av. (Shaft 23 Pumping Manhattan) Brooklyn) Station		
Turbidité (p.p.m. Silica)....	1	2	2
Couleur (p.p.m. Platinium).	10	6	5
Odeur	1 v	1 v	1 v
% des échantillons avec odeur végétale distincte.....	0	0	0
% des échantillons avec odeur de décomposition.....	0	0	0
% des échantillons avec odeur due aux organismes.....	0	0	4

Examen chimique

Examen chimique	WQ	W	WM
Ammoniaque albuminoïde (nitrogène p.p.m.).....	0,091	0,072	0,059
Ammoniaque libre (p.p.m.).	0,029	0,031	0,087

Nitrites (p.p.m.)	0,001	0,001	0,001
Nitrate (p.p.m.)	0,13	0,09	2,08
Totalité solide à 100° C.			
(p.p.m.)	78	42	147
Perte par ignition (p.p.m.)..	21	13	39
Chlore (Cl) (p.p.m.).....	3,3	1,6	22,1
Dureté (CO ³ Ca) (p.p.m.)....	41	21	57
Alcalinité (CO ³ Ca) (p.p.m.)	31	9	22
Fer (Fe) (p.p.m.).....	0,28	0,17	0,43
Hydrogène (ion) Ph (p.p.m.)	7,1	6,7	6,6

Examen microscopique

Examen microscopique	W	W	W
Organismes microscopiques,			
unités, par cc.....	340	95	45
Matière amorphe, unités,			
par cc.	970	485	725

+ = Agar = gélose — La gélose est composée pour un litre d'eau distillée de trois grammes d'extrait de viande (de bœuf), cinq grammes de peptone, et quinze grammes d'agar. On met le tout dans une boîte de Pétri pendant deux jours à l'étuve à 37°.

p.p.m. = partie par millions. lv = légèrement végétal
 D = journalier, WQ = analyse partielle par
 W = par semaine. semaine
 — — par se-
 mestre
 WM = analyse partielle par
 semaine
 — — complète
 mensuelle

Examen bactériologique

Examen bactériologique	D	D	D
Bactéries par cc. (37°5 C,			
Agar)	16	17	3
B Coli par 10 cc.....	0,1	0,04	0,001

Quelques mots d'explication concernant le sens des termes employés dans les pages ci-contre seront utiles au lecteur pour une parfaite compréhension.

Examen physique

Il comprend les tests pour la turbidité, la couleur, l'odeur, et est important pour démontrer les qualités esthétiques de l'eau. Il ne constitue par un criterium pour la pureté de l'eau. Une eau qui est claire, sans couleur, sans odeur, et plaisante au goût, peut être contaminée par des bactéries dangereuses. Tandis qu'une eau trouble, insipide, peut être sans aucun danger au point de vue hygiénique.

TURBIDITÉ

La turbidité est due à la présence de matières en suspension dans l'eau. Or, comme la plus grande part de l'eau fournie à la ville provient des sources extérieures, l'eau qui entre dans le réservoir présente parfois un haut degré de turbidité, spécialement après les pluies d'orage. Ces matières en suspension se déposent généralement dans le réservoir, mais il est

souvent nécessaire de traiter l'eau chimiquement pour hâter ce dépôt et éviter la fourniture au consommateur d'une eau particulièrement turbide. La proportion de matières en suspension dans l'eau potable ne doit pas excéder 3 pour 1 million. Une turbidité de 7 serait considérée comme excessive. Au delà d'une proportion de 5, le cas peut être signalé et peut provoquer des réclamations. Lorsque le robinet laisse échapper une eau trouble, le fait est dû à la rouille ou autres sédiments agités dans les tuyaux par un grand appel d'eau des conduits principaux, ainsi que le provoquent parfois les nécessités du nettoyage municipal ou des cas d'incendie.

LES MATIÈRES COLORANTES

Celles-ci proviennent des feuilles mortes, charbon de terre, etc... La matière colorante est une solution et doit être distinguée de la turbidité, qui est un résultat de l'argile et autres matières en suspension dans l'eau. Les matières colorantes sont inoffensives, mais modifient défavorablement l'apparence de l'eau. Une proportion inférieure à 10 d'après l'échelle de platine est à peine visible, de 15 à 20 acceptable, et à plus de 20 nettement inacceptable.

LES ODEURS ET LES GOÛTS

Ces défauts peuvent provenir de l'huile essentielle émanant d'organismes microscopiques en décomposition, ou d'autres sources. En général, l'eau que la Ville fournit n'a ni odeur, ni goût accusés. L'odeur

normale est qualifiée par l'expression « odeur végétale ».

Examen chimique

L'examen chimique détermine les propriétés sanitaires et les propriétés minérales de l'eau de boisson.

L'ammoniaque albuminoïde, l'ammoniaque libre, les nitrites et les nitrates constituent le procédé naturel de purification et indiquent au chimiste la pollution passée ou actuelle de l'échantillon de l'eau examinée.

Les tests pour résidus totaux, perte par ignition et résidu fixe sont très importants quand on les examine avec d'autres facteurs pour déterminer la qualité de l'eau.

LE CHLORE

Le chlore, combiné avec d'autres éléments, tels que les chlorides, semblables au sel de table, est présent dans toutes les eaux naturelles. Un excès de chlore, au-dessus de la normale, pour tout quartier déterminé, peut être une indication de pollution. Le chlore qu'on trouve dans les eaux naturelles ne doit pas être confondu avec le chlore libre, qui est introduit dans l'eau par le procédé de chlorination, aux fins de destruction des bactéries et qui se combine finalement avec les autres minéraux en présence dans l'eau.

DURETÉ

La dureté est constituée par la présence dans l'eau

des sels de calcium et de magnésium. Dans l'analyse, il est indiqué suivant le taux de carbonate de calcium. Les inconvénients de la dureté de l'eau sont :

- 1° de provoquer un excès d'utilisation de savon ⁽¹⁾ ;
- 2° de former des croûtes dans les ustensiles de cuisine, sanitaires, et les conduites d'eau ;
- 3° de gêner beaucoup de procédés chimiques et industriels.

Il est donc utile d'adoucir l'eau fournie au public quand sa dureté atteint un pourcentage de 100 à 150 pour 1 million.

ALCALINITÉ

L'alcalinité est indiquée suivant le taux de carbonate de calcium, quoique se présentant sous forme de bicarbonate de calcium et représente une part de la dureté totale. Les substances telles que la chaux, le marbre, le calcaire sont principalement les formes ordinaires solides du carbonate de calcium.

LE FER

La présence de fer dans l'eau provoque la rouille dans les conduites d'eau et constitue un inconvénient pour le blanchissage du linge. Une proportion de 5 pour 1 million est généralement indiquée comme étant la dose minimum pour ne provoquer aucun ennui.

(1) La Commission de la ville de New-York dit que si la dureté de l'eau de Croton (qui est de 4°) était doublée, Manhattan dépenserait, par an, 270 mille dollars de plus de savon.

L'ION HYDROGÈNE

Cette concentration est un degré d'indication de la puissance corrosive. Un Ph de 7,0 indique la neutralité. Un Ph inférieur de 7,0 indique que l'eau est acide, et avec un Ph supérieur à 7,0 l'eau est alcaline.

En raison de sa grande pureté et de sa douceur, l'eau de Catskill, dont la basse alcalinité est indiquée, est très corrosive pour les conduites qui sont faites de fer. Pour obvier à une diminution de capacité des conduites principales d'eau, le Département installe maintenant des tuyaux de fonte intérieurement revêtus de ciment. Pour éviter au début le durcissement de l'eau, dû au décapage, et pour prolonger la durée du revêtement de ciment, on enduit les conduites d'une préparation asphaltée ne contenant aucun ingrédient susceptible de donner du goût.

Examen microscopique

L'examen microscopique comprend la recherche :

- 1° Du nombre d'éléments microscopiques flottants ;
- 2° Des produits amorphes ou morts contenus dans 1 cc. d'eau ;

Cet examen est important pour identifier les organismes responsables du goût et de l'odeur, qui sont provoqués par les huiles essentielles présentes.

Examen bactériologique

Cet examen concerne les bactéries présentes dans l'eau. Une grande variété de celles-ci sont trouvées dans toutes les différentes sources d'eau. Heureusement, la plupart d'entre elles sont bienfaisantes ou neutres. La présence de colibacilles est la plus importante indication de pollution, car cette bactérie provient uniquement du tube digestif d'animaux à sang chaud.

Il est constaté qu'au cours d'une épidémie de fièvre typhoïde l'examen bactériologique de l'eau montre un excès de colibacilles. Cette infection est habituellement endémique avec des poussées fréquentes plus ou moins importantes. C'est une infection à la fois contagieuse et infectieuse. Sa répression serait facilitée par la réalisation du rapport de Roseneau : « Tout cas de fièvre typhoïde représente un court-circuit entre les décharges d'une personne et la bouche d'une autre ». Le plus important moyen de prévention de cette maladie reste le strict maintien d'une eau potable et pure.

Ainsi qu'il a été indiqué précédemment, toute l'eau fournie à la consommation dans la ville de New-York est traitée par le chlore pour détruire les bactéries. L'eau provenant des sources de surface subit au moins deux traitements afin de prévenir les dangers résultant de la détérioration possible des installations. Ainsi aucune présence de bactéries nocives n'est à redouter par le consommateur.

INTERESSANTES PRECISIONS SUR LA CONSOMMATION D'EAU PAR LA VILLE DE NEW-YORK

Quantité consommée

La quantité d'eau moyenne journalière, utilisée par la ville de New-York au cours de l'année 1935 est la suivante (en millions de gallons) :

Arrondissem ^t	Kidgewood et					Compagnies	
	Catskill	Croton	Brooklyn	Queens	Richmond	privés	Total
Manhattan	214,7	136,7	—	—	—	—	351,4
Bronx	100,4	77,6	—	—	—	—	178,0
Brooklyn	211,4	—	40,4	—	—	26,1	278,0
Queens	66,4	—	—	20,8	—	32,4	119,6
Richmond	19,6	—	—	—	3,5	—	23,1
Ville	612,6	214,3	40,4	20,8	3,5	58,5	950,1

Basée sur une population estimée à 7.536.000 habitants la consommation par capita est de 126,1 *gallons* par jour.

Eau fournie aux environs de la ville

Selon les lois de 1905. 1916 et 1928, un certain nombre de communes, principalement Westchester Com-

té, sont fournies en eau par le Catskill et Croton Aqueducs. Durant l'année 1935, la fourniture moyenne journalière de 19.475.300 gallons a été faite par la ville de New-York, aux communes environnantes.

Système de distribution

L'eau est distribuée dans les différents quartiers au moyen d'un réseau de conduites principales de 4-72 inches (2,5 cm. = 1 inch), totalisant une longueur de 4.686 miles (2,2 km. = 1 mile). Ce système de distribution est contrôlé par 123.000 valves. Réunis aux conduits principaux, 626.520 tuyaux de service amènent l'eau suivant les besoins des consommateurs.

Pression

La ville n'est pas légalement tenue de fournir l'eau à une pression supérieure à celle nécessitée par l'arrivée de l'eau au rez-de-chaussée des immeubles. Un effort toutefois est fait pour maintenir une pression suffisante à la montée de l'eau jusqu'aux étages supérieurs des immeubles de hauteur moyenne. Il serait impraticable de prévoir une pression suffisante pour amener l'eau aux étages supérieurs des grands buildings.

Pour les besoins des pompiers, en plus de 70.957 prises d'eau d'incendie qui sont reliées avec les conduits principaux, la ville a prévu trois systèmes de

distribution à haute pression comprenant cinq postes de pompage — 178,5 miles de conduits distributeurs, 4.294 prises d'eau et 6.908 valves.

Le compteur

Le compteur à eau est un appareil mécanique introduit dans un tuyau pour mesurer la quantité d'eau qui le traverse. En fait, dans la ville de New-York une faible part de l'eau consommée est enregistrée par les compteurs. Là où il n'en existe pas, l'eau est fournie à forfait et son prix est compris dans le montant des impôts afférents aux immeubles.

Dans les endroits où, comme à Paris, des compteurs sont installés, l'usager est tenu de payer pour toute l'eau qu'il tire, ce qui le rend généralement plus économe et soucieux de ne laisser subsister aucune fuite. En effet, une simple fuite goutte à goutte, persistante, jour et nuit, dépense plus d'eau en vingt-quatre heures que la consommation normale d'une famille de six personnes.

New-York est une des rares grandes villes des Etats-Unis où le principe des compteurs n'est pas entièrement adopté. Il est cependant estimé que, en généralisant ce principe, on réduirait la consommation journalière de l'eau de 200 millions de gallons. L'établissement d'un compteur dans tous les immeubles, s'ajoutant à une recherche systématique de toute fuite dans les conduits souterrains d'eau, paraît être la plus sûre

méthode d'économie qui n'entraverait pas les besoins normaux de la ville.

Coût de l'installation du système

La construction, jusqu'au 1^{er} janvier 1931, a coûté 506 705 320 dollars. L'entretien du système pendant l'année 1934 s'est élevé à 7 914.165 dollars. L'intérêt des fonds investis représente approximativement 19 500.545 dollars. Le produit de la fourniture de l'eau a été de 35 781 626 dollars pendant la même période.

Organisation administrative

La responsabilité administrative de cet important service public a été conférée par statuts au « Department of Water Supply, Gas and Electricity », dirigé par un commissaire appointé par le maire. Sur les 2.888 employés par ledit Department, 2.115 sont attachés au « Bureau of Water Supply ».

CONCLUSIONS

EAU DE BOISSON ET MALADIES ÉPIDÉMIQUES

Les principales maladies provoquées par l'eau de boisson contaminée sont : la typhoïde, paratyphoïde, le choléra, la dysenterie, bacillaire et amibienne. Une constante surveillance de l'eau de boisson, la rapide découverte et l'élimination des éléments de pollution, sont donc essentielles pour la prévention de ces maladies.

Aujourd'hui, dans la ville de New-York, comme dans tous les pays civilisés, les médecins traitants sont tenus de déclarer les cas de maladies épidémiques qu'ils sont appelés à soigner. Ils doivent aussi fournir les adresses de ces malades. Le directeur des Eaux devra reporter ces adresses sur une carte et suivre ainsi constamment la répartition des épidémies ou de l'endémie dans les divers quartiers (boroughs). D'autre part, il a toujours sous les yeux la carte de distribution des diverses eaux — énumérées dans la première partie de cet ouvrage — avec leur trajet, leur provenance et leur destination. De la comparaison de cette carte avec celle des cas morbides, il tire des conclusions de la plus grande utilité pour contrôler les résultats des analyses. Aussitôt qu'une épidémie commence à se dessiner, il connaît le mal, il soupçonne

d'où il vient, et devine par suite où il faut porter le remède. Il est très clair qu'une action rapide à ce moment peut aider à prévenir des maladies et sauver des vies humaines. Bref, le service de distribution d'eau de la ville de New-York ne se désintéresse pas de la manière dont le milieu humain réagit avec l'eau qu'il livre à la consommation.

Pour être vraiment utiles, les informations du Bureau d'Hygiène doivent être exactes, complètes et rapides. La bonne volonté du corps médical est nécessaire parce qu'il faut en premier lieu un diagnostic sûr et précoce, et en second lieu l'habitude de faire la déclaration de chaque cas aussitôt après son diagnostic. Le Code Sanitaire du Département de Santé de la ville de New-York pourvoit à la déclaration obligatoire des maladies épidémiques.

Un exemple frappant du progrès apporté par cette réglementation est le suivant pour la fièvre typhoïde : mortalité typhoïde = population 5.620.048 (1920) :

1886 à 1889 : 24,7

1906 à 1910 : 13,5 pour 100.000 habitants

1921 à 1925 : 2,6

Vu :
LE DOYEN,
ROUSSY.

Vu :
LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE
TANON.

Vu et permis d'imprimer :
LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
S. CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

- HALE (Docteur E.). — The Sources of the New-York City Water Supply Imbeaux. Qualities de l'Eau et Correction. *Municipal Engineering Journals*, mai-juin, numeros, Second Quarterly Issue de 1921. — New-York Department of Water Supply-Its Organisation and History.
- JOHNSON. — The Purification of Public Water Supplies. W.-S. paper 315 VGeological Survey, U.-S., 1913.
- Revue de Higyene*. — Avril 1932. *Chloramine*.
- BALDWIN et WHIPPLE. — Observed Relations Between Oxygene Carbonic Acid and Algoae Growths. Vol. XXXII. *Amer. Waterworks Assoc.*
- LEITER. — *American Journal of Hygiene*.
- BROWN et SKINNER. — *Journal of Bacteriology*, 20, 139.
- DOMMIK et LAUTER. — Août 1929. *Journal of the Amer. Waterworks Ass.*
- ST-WART. — Juin 1933. Même journal.
- SPAULDING et GULLAN. — La Determination Quantitative des Odeurs. *Journal of Amer. Waterworks Ass.* sept. 1931, août 1932, juillet 1933.
- KRAMER (Henry). — The Efficiency of Copper foil in Destroying Typhoid and Colon Bacilli in Water. *Amer Medicine*. Feb. 18, 1905, vol. IX, 7, page 275.
- CLARK. — Removal of Color, Organisms and Odor from Water. *Journ. of Amer. Waterworks Ass.* Mars 1903.
- WHIPPLE, ALLAN, HAZEN. — The Decoloration of Water, 26 june 1901. *Transactions of the Amer. Society of Engineers.*

- GILBERT. — The Transport of Debris By Running Water. 86.
Geological Survey, U.-S., 1914.
- NEWELL (P.-H.). — *Journal of the Amer. Waterworks Ass.*,
avril 1932.
- JACKSON. — Standard Methods in the U. S. *Tech. Quart.* 1900.
- WESTON. — *Journal of the American Chemical Society*, 1905.
- KEHR. — Dental Deficiencies and Drinking Water. *Journal*
of the American Waterworks Assoc., February 1931.

